УДК: 662.997:621

10.5281/zenodo.13837783

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСХОДА ТОПЛИВА НА ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ТИПОВОГО СЕЛЬСКОГО ДОМА В КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ КАШКАДАРЬИНСКОЙ ОБЛАСТИ







Узаков Гулом Норбоевич

д.т.н., проф.-Каршинского инженерно-экономического института, Карши, Узбекистан
E-mail: uzoqov66@mail.ru
ORCID ID: 0009-0005-7386-8075

Тошмаматов Бобир Мансурович

Старший преподаватель-Каршинского инженерно-экономического института, Карши, Узбекистан
E-mail: bobur160189@mail.ru
ORCID ID: 0000-0001-7051-5307

Камолов Бехзод Илхомович

Докторант-Каршинского инженерно-экономического института, Карши, Узбекистан
E-mail: behzod0288@mail.ru
ORCID ID: 0009-0005-2119-3010

Аннотация. *В настоящее время одной из важных задач при создания оптимального микроклимата типовых сельских домов является обеспечение объекта теплом и топливом. Автономные гибридные системы теплоснабжения с использованием ВИЭ являются одним из решений этой проблемы. В последнее время автономные гибридные системы теплоснабжения рассматриваются как альтернативный вариант для центральных систем теплоснабжения.*

Методы и материалы. *При расчете тепловых нагрузок и расхода топливно-энергетических ресурсов типовых сельских домов использовались методы теплофизики, метод теплового баланса для расчета расхода топлива, метод определения тепловой нагрузки и опытно-исследовательские методы.*

Результаты. *Тепловая нагрузка типового сельского дома с отапливаемой площадью 144 м² и объемом отопления 432 м³ для условий Кашкадарьинский области составила 14,0 кВт. Среднее потребление топливно-энергетических ресурсов по видам топлива: дрова — 10 788 кг/год, природный газ — 3 078 м³/год, биогаз — 5 588 м³/год, уголь — 5 430 кг/год, условное топливо — 5 447 кг/год. В статье представлены диаграммы, показывающие изменение среднего расхода топлива на теплоснабжения в зависимости от теплотехнических характеристик котельного оборудования.*

Ключевые слова: *типовой сельский дом, тепловая нагрузка системы отопления, отопительный сезон, топливно-энергетические ресурсы, годовой расход топлива.*

QASHQADARYO VILOYATI IQLIM SHAROITIDA QISHLOQ NAMUNAVIY UYINI ISSIQLIK TA’MINOTI TIZIMI UCHUN YOQILG‘I SARFINI ANIQLASH

(E) ISSN: 3030-3214
Volume 2, № 3
2024

Uzoqov G'ulom Norboyevich
Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti professori, t.f.d., Qarshi, O'zbekiston

Toshmamatov Bobir Mansurovich
Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti katta o'qituvchisi, Qarshi, O'zbekiston

Kamolov Behzod Ilhomovich
Qarshi muhandislik-iqtisodiyot institute doktoranti, Qarshi, O'zbekiston

Annotatsiya. *Hozirgi vaqtda qishloq namunaviy uylarida optimal mikroiqlim yaratishda muhim vazifalardan biri bu obyektni issiqlik bilan ta'minlashdir. Avtonom gibrid issiqlik ta'minoti tizimlari ushbu muammoning yechimlaridan biridir. So'nggi paytlarda avtonom gibrid issiqlik ta'minoti tizimlari ko'proq markaziy issiqlik ta'minoti tizimlari uchun muqobil variant sifatida ko'rib chiqilmoqda.*
Usul va materiallar. *Namunaviy qishloq uylarining issiqlik yuklamalari va yoqilg'i-energetik resurslar sarfini hisoblashda issiqlik-texnik, yoqilg'i sarfini hisoblashning issiqlik balansi usuli, issiqlik yuklamasini aniqlash usuli va tajribaviy-tadqiqot usullardan foydalanildi.*
Natijalar. *Qashqadaryo viloyati iqlim sharoitida isitish maydoni 144 м^2, isitish hajmi 432 m^3 bo'lgan namunaviy qishloq uyining issiqlik yuklamasi 14,0 kVt, yoqilg'i-energetika resurslarining o'rtacha iste'moli o'tinda – 10788 kg/yil, tabiiy gazda – 3078 m^3/yil, biogazda – 5588 m^3/yil, ko'mirda – 5430 kg/yil, shartli yoqilg'ida – 5447 kg/yilni tashkil qilishi aniqlandi. Maqolada yoqilg'ining o'rtacha sarfi qozon qurilmasining FIK ga bog'liq ravishda o'zgarishini ifodalaydigan diagrammalar olingan.*
Kalit so'zlar: *qishloq namunaviy uyi, isitish tizimining issiqlik yuklamasi, isitish davri, yoqilg'i-energetik resurs, yillik yoqilg'i iste'moli.*

DETERMINATION OF FUEL CONSUMPTION FOR HEATING A MODEL RURAL HOUSE IN THE CLIMATE CONDITIONS OF KASHKADARYA REGION

Uzakov Gulom Norboevich
DcS, prof. of Karshi Engineering-Economics Institute, Karshi, Uzbekistan

Toshmamatov Bobir Mansurovich
Senior Lecturer of Karshi Engineering-Economics Institute, Karshi, Uzbekistan

Kamolov Behzod Ilhomovich
Doctoral student Karshi Engineering-Economics Institute, Karshi, Uzbekistan

Abstract. *Currently, one of the important tasks in creating an optimal microclimate for typical rural houses is to provide the building with heat and fuel. Autonomous hybrid heating systems using renewable energy sources (RES) are one of the solutions to this problem. Recently, autonomous hybrid heating systems have been considered as an alternative option to centralized heating systems.*
Methods and Materials. *In calculating the heat loads and consumption of fuel and energy resources for typical rural houses, methods of thermal physics, the heat balance method for fuel consumption calculation, the method of determining heat load, and experimental research methods were used.*
Results. *The heat load of a typical rural house with a heated area of 144 m^2 and a heating volume of 432 m^3 under the conditions of the Kashkadarya region was 14.0 kW. The ave-*

rage consumption of fuel and energy resources by type of fuel: firewood — 10,788 kg/year, natural gas — 3,078 m³/year, biogas — 5,588 m³/year, coal — 5,430 kg/year, standard fuel — 5,447 kg/year. The article presents diagrams showing changes in average fuel consumption for heating depending on the thermal characteristics of the boiler equipment.
Keywords: *typical rural house, heating system heat load, heating season, fuel and energy resources, annual fuel consumption.*

Введение. Основная часть потребления природных топливно-энергетических ресурсов (природный газ, уголь, мазут), подлежащих добыче, приходится на централизованные и автономные системы теплоснабжения, особенно в регионах с резко континентальным и аномально холодным климатом, где топливо используется для отопления [1,2]. С этой точки зрения бесперебойное, обеспечение потребителей, типовых сельских домов и источников тепла надежным и качественным топливом в таких регионах с целью обеспечения жизнедеятельности населения и эффективной работы отраслей экономики является актуальной задачей [3].

Основным внешним фактором, влияющим на расход топлива в типового сельского дома, является метеорологическая и климатическая особенность региона, а именно изменения температуры окружающей среды, которые влияют на потребление тепловой энергии и соответственно, на величину тепловых нагрузок для системы теплоснабжения [2,4,5]. Внутренние факторы системы определяются структурой и технологиями процессов производства, транспортировки и потребления топлива, обменом топлива между рассматриваемыми потребителями, объемом хранения топлива и другими факторами.

Надежность работы системы теплоснабжения типовых сельских домов определяется соотношением уровня обеспечения и потребления топливно-энергетических ресурсов в течение определенного отопительного периода. Несоответствие этих уровней определяет нехватку или избыток топливных единиц [6].

Методы и материалы. В системах теплоснабжения типовых сельских домов используются различные методики для расчета расхода топлива. Эти методики являются важными для определения потребления тепловой энергии и оптимизации расхода топлива [7-9].

Требуемый расход топлива для отопления сельского дома за отопительный период зависит от вида топлива и КПД котельной установки, т.е. годовой (сезонный) расход топлива определяется по формуле [10]:

$$\text{В}_\text{т} = \frac{Q_{\text{от}}^{\text{г}}}{Q_\text{р}^\text{н} \cdot \eta_{\text{КУ}}}, \text{кг (м}^3\text{)/год} \qquad (1)$$

где, $\text{В}_\text{т}$ —годовой расход топлива на отопления, кг/год (м^3/год); $Q_{\text{от}}^{\text{г}}$ —годовой расход тепловой энергии, МДж; $Q_\text{р}^\text{н}$ —низщая теплота сгорания топлива, кДж/кг (кДж/м^3); $\eta_{\text{КУ}}$ —КПД котельной установки.

Расход условный топлива на 1 Гкал тепловой энергии, вырабатываемой котельной установкой, определяется по формуле [11].

$$b_{\text{уд}} = \frac{10^6}{7000 \cdot \eta_{\text{КУ}}}, \frac{\text{кг}}{\text{Гкал}} \qquad (2)$$

Результаты расчета $b_{\text{уд}}$ для котель-

(E) ISSN: 3030-3214
Volume 2, № 3
2024

ная установка со значениями КПД в диапазоне от 60 до 92% представлены в рис.1.

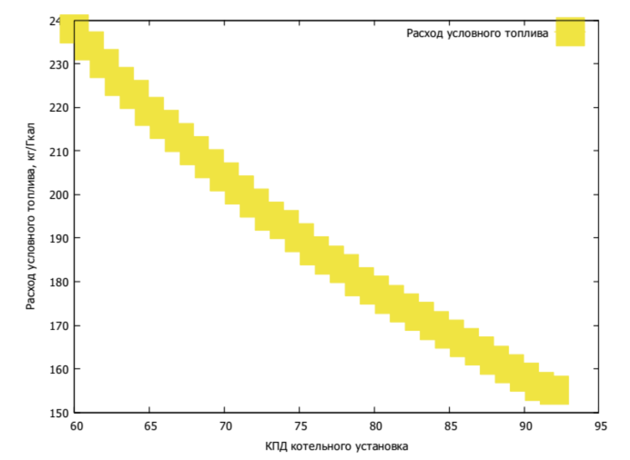


Рис.1. Расход условного топлива для производства 1 Гкал тепловой энергии в котельной установке.

Для расчета условного расхода топлива котлоагрегата определяют путем полных балансовых испытаний при наиболее точных значениях КПД равных 50, 75, 80, 100.

На основании данных $В_т$ и $Q_{от}^{г}$ удельный расход топлива на производство 1 Гкал тепловой энергии определяется по следующей формуле [12].

$$b_{уд} = \frac{В_т \cdot Э_т}{Q_{от}^{г}}, \frac{кг}{Гкал} \qquad (2)$$

Расчетные данные годового расхода топлива на отопления сельского дома приведены в таблица 1 и рис 2.

Таблица 1.

Годовой расход топлива на отопления типового сельского дома

№	$F_{от}$, м^2	Вид топлива	КПД котельной установки	Теплота сгорания топлива, МДж/кг	Годовой расход топлива, кг/год
1.	144	Дрова	0,8	14,8	10788
2.	144	Природный газ	0,8	36,3	4400 (3078 м^3)
3.	144	Биогаз	0,8	20,0	7983 (5588,3 м^3)
4.	144	Уголь	0,8	29,4	5430
5.	144	Условное топливо	0,8	29,31	5447

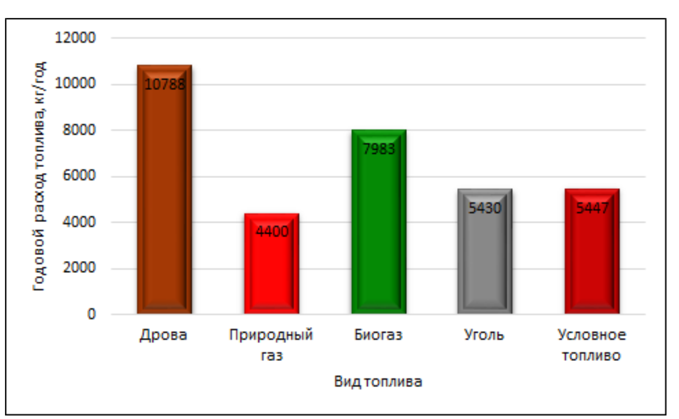


Рис.2. Диаграмма годового расхода топлива на отопление типового сельского дома (по видам топлива).

В таблице 1 показано количество топлива, необходимое для производства 1 Гкал тепловой энергии в котельной установке на основе теплотворной способности топливно-энергетических ресурсов, рассчитанное по формуле 2 и отображенное на диаграмме 3.

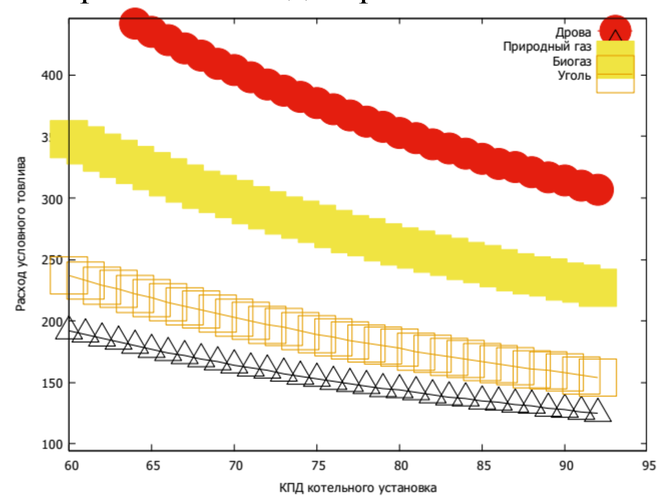


Рис. 3. Расход топливно-энергетических ресурсов для производства 1 Гкал тепловой энергии в котельной установке.

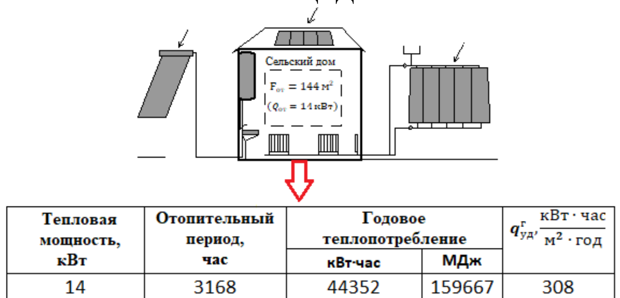
Среднее значение тепловой мощности отопительного устройства:

$$Q_{ср} = \frac{Q_{от}^{год}}{24 \cdot \tau_{от}} = \frac{44352}{24 \cdot 132} = 14 \text{ кВт}$$

На следующем рисунке 4 показано

(E) ISSN: 3030-3214
Volume 2, № 3
2024

потребление тепловой энергии за отопительный период типового сельского дома с отапливаемой площадью 144 м².



Тепловая мощность, кВт	Отопительный период, час	Годовое теплопотребление		$q_{уд}^{г}, \frac{кВт \cdot час}{м^2 \cdot год}$
		кВт·час	МДж	
14	3168	44352	159667	308

Рис.4. Потребление тепловой энергии за отопительный период типового сельского дома с отапливаемой площадью 144 м².

Экспериментальный метод расчета тепловой нагрузки на отопления. По показателям газосчетчика марки Sarf G4 среднесуточный расход газа в отопительный период в условиях Каршинский район составил $b_{уд}^{сут} = 20 \div 25 \frac{м^3}{сут}$.

В период отопления, при $\tau = 132$ сут:

$$B_{газ} = 25 \cdot 132 = 3300 \frac{м^3}{год}$$

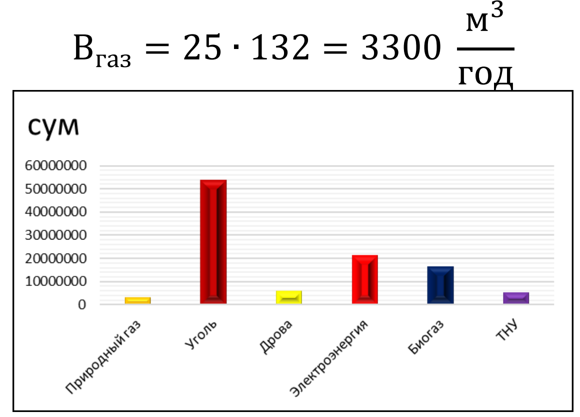


Рис.5. Стоимость топлива для отопления типового сельского дома с отапливаемой площадью 144 м².

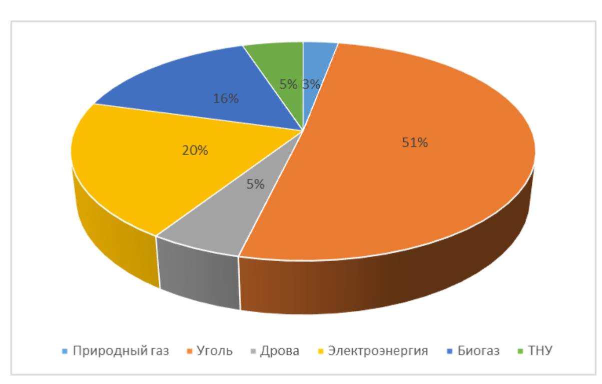


Рис.6. Доля топлива для теплоснабжения типового сельского дома с отапливаемой площадью 144 м².

Таблица 2.

Расчетные показатели расхода топлива на отопления типового сельского дома с отопливаемой площадью 144 м².

№	Вид топливо (энергии)	Теплота сгорания топлива	Тепловая нагрузка на отопления +ГВС, МДж	Годовой расход топлива на От+ГВС	Цена топлива, сум	Годовой затрат на теплоснабжения, сум
1	Природный газ	36,3 $\frac{МДж}{м^3}$	172·10³ МДж	4 765 м³	650	3 097 250
2	Уголь	39,4 $\frac{МДж}{кг}$	172·10³ МДж	7 167 кг	7500	53 752 500
3	Дрова	15 $\frac{МДж}{кг}$	172·10³ МДж	11 467 кг	500	5 733 500
4	Электроэнергия	-	172·10³ МДж	47 520 кВт·час.	450	21 384 000
5	Биогаз	25 $\frac{МДж}{м^3}$	172·10³ МДж	6 880 м³	2 400	16 512 000
6	ТНУ (COP=4,0)	-	172·10³ МДж	11 880 кВт·час.	450	5 346 000

(E) ISSN: 3030-3214
Volume 2, № 3
2024

Расчетные показатели расхода топлива на отопления типового сельского дома с отапливаемой площадью 144 м² представлено Табл.2.

Стоимость и доля топлива для отопления типового сельского дома с отапливаемой площадью 144 м² показаны на рисунках 5 и 6 на основе таблицы 2.

Заключение. Учитывая природно-климатические условия Кашкадарьинской области и средние цены на топливно-энергетические ресурсы, был рассчитан расход топлива для системы теплоснабжения типовых сельских домов с отапливаемой площадью 144 м², в зависимости от тепловой нагрузки котельного оборудования.

Анализ теплового баланса и расхода топлива типовых сельских домов, построенных в Кашкадарьинской области, показал, что для обычного сельского дома с отапливаемой площадью 144 м² и объемом отопления 432 м³ при длительности отопительного периода 132 дня средняя тепловая нагрузка системы отопления составляет 14 кВт. Средний годовой расход топливно-энергетических ресурсов на отопления составил по видам топлива: дрова — 10 788 кг/год, природный газ — 3 078 м³/год, биогаз — 5 588 м³/год, уголь — 5 430 кг/год, условное топливо — 5 447 кг/год.

Средний годовой расход топливно-энергетических ресурсов на теплоснабжения составил по видам топлива: дрова — 11 467 кг/год, природный газ — 4 765м³/год, биогаз — 6 880 м³/год, уголь — 7 167 кг/год, условное топливо — 5 447 кг/год, электроэнергия — 47 520 кВт·час., ТНУ—11 880кВт·час.

В сельских районах большинство потребителей полагается на индивидуальные системы отопления, использующие электроэнергию, дрова и природный газ в системах теплоснабжения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Узаков Г. Н., Базаров О. Ш., Давланов Х. А., Тошмаматов Б. Научно-инновационные разработки Каршинского инженерно-экономического института по использованию возобновляемых источников энергии Беларусь-Узбекистан: формирование рынка инновационной продукции Сборник материалов научно практической конференции (Минск, 14–15 марта 2023 г.), стр. 353-356.
2. Узаков Г.Н., Давланов Х.А., Тошмаматов Б.М. Анализ гибридных систем отопления жилых зданий, использующие ВИЭ//Альтернативная энергетика. Научно-технический журнал. 2023. Т. 8. № 1. С. 9-15.
3. Указ Президента Республики Узбекистан «О Стратегии развития нового Узбекистана на 2022 — 2026 годы» от 28.01.2022 г. № УП-60.
4. Узаков Г.Н., Давланов Х.А., Камолов Б.И., Тошмаматов Б.М. Интегрированные автономные системы энергоснабжения объектов, расположенных в сельской местности//Алтернативная энергетика. Научно-технический журнал. №2, 03.07.2023-г. Стр. 9-14.
5. Хамраев С.И., Хужакулов С.М., Камолов Б.И. Қуёш иссиқлик таъминоти тизимли тажриба қишлоқ уйининг иссиқлик балансини тадқиқот

қилиш//Энергия ва ресурс тежаш муаммолари, Тошкент, 2021. № 3, 181-191-б.
6. Харченко В.В., Чемеков В., Тихонов П., Адомавичюс В. Теплоснабжение дома от теплонасосной системы, использующей возобновляемые источники энергии// Научные труды Литовской академии прикладных наук. Клайпеда, 2012, №7. – с. 45-52.
7. Uzakov G.N., Charvinski V.L., Ibragimov U.Kh., Khamraev S.I., Kamolov B. I. Mathematical modeling of the combined heat supply system of a solar house//Energetika. Proc. CIS Higher Educ. Inst. and Power Eng. Assoc. V. 65, No 5 (2022), pp. 412–421.
8. Каваленко Е.В., Тягунов М.Г. Гибридные энергетические комплексы с когенерацией в изолированных энергетических системах//Альтернативная энергетика и экология. №10-11, 2015, 167-177 с.
9. Путилов С.С. Метод расчета норматива удельного расхода топлива на отпущенную тепловую энергию от котельной//Univesum. Технический наук. №7 (112). 2023 г.
10. Кривошеин Ю.О., Цветков Н.А., Хуторной А.Н. Автоматизированная дуальная система горячего водоснабжения с использованием энергии солнца и газового котла// Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение. Томского государственного архитектурно-строительного университета. – 2017. с. 163–173.
11. Чемеков В.В. Обоснование параметров системы автономного теплоснабжения сельского дома с использованием возобновляемых источников энергии: автореф. дис. канд. тех. наук. – Москва.: ГНУ ВИЭСХ, 2012. – 27 с.
12. Овчаров С.В., Стребков А.А., Буряк А.В. Разработка комбинированной системы отопления жилых домов и коммунальных объектов в сельской местности//Энергетика, Энергосберегающие технологии и оборудование. № 1/1(21), 2015. – с. 46-51.